

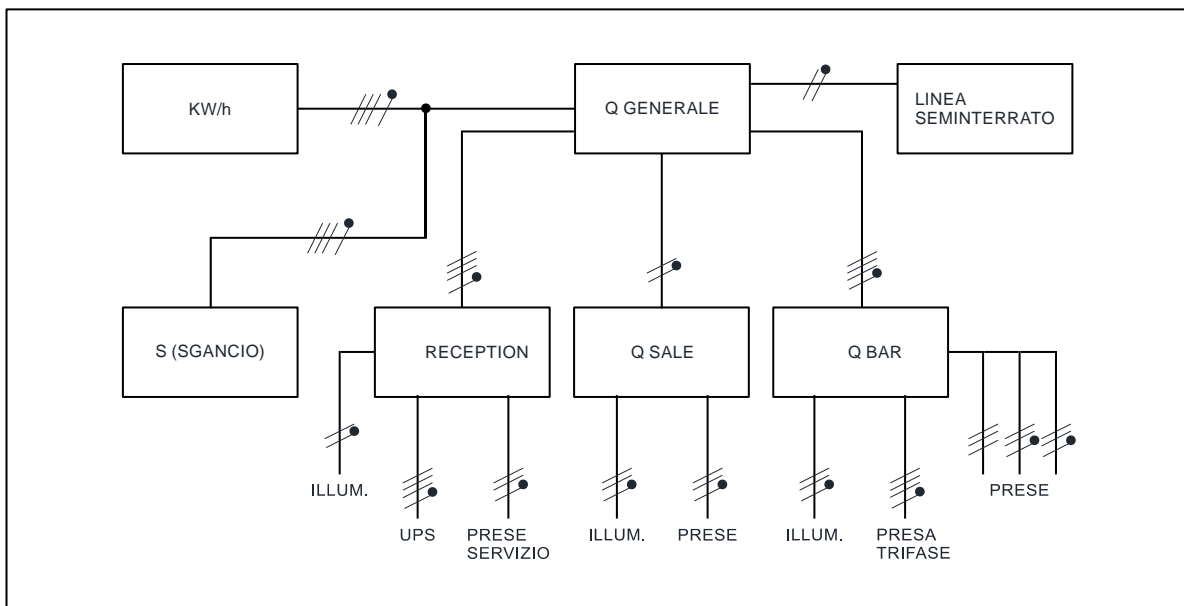
Soluzione del compito esame di stato 2014 Perito Elettrotecnico

- 1) Schema a blocchi
- 2) Predisposizione impianto delle linee
- 3) Dimensionamento delle linee
- 4) Impianto di terra

Inquadratura del progetto:

- L'attività turistica in oggetto è soggetta alla prevenzione incendi.
- L'attività in base alle dimensioni è soggetta a CPI (DPR 151 2011) quindi si devono prevedere linee accessorie con la rilevazione incendi.
- Vincolo normativo dei VUFF è il pulsante di sgancio a fungo che attivo fuori dalla struttura per sganciare l'interruttore principale dell'impianto.
- Sistema TT, $\cos\varphi$ 0,9, Tensione 400 [V]~ 3F, Tensione 230 [V]~ monofase 50 [Hz].

Analisi degli ambienti:



Reception:

- Illuminazione
- 5 Pc (0.5 [KW])
- 5 prese di servizio 1.5 [KW] di potenza assorbita

Dettagli:

Assorbimento del cavo:

Dimensione cavi:

6 [A] 1.5mm² (prese di servizio)

10 [A]

10/16 [A] 2.5mm² (prese di servizio) → 3 [KW]:

N.B.: non significa che tutta la linea lo sia, potrebbe partire con 4 [A] o 6 [A].

16 [A]

Il motivo è semplice, se porta con 2,5 mm, dopo 100 metri di impianto e 230 [V]~ iniziali diventano 200 [V]~ se va bene.

- UPS in partenza con linea privilegiata e prese rosse da 3 [KW] per i pc.
- Questo deve avere interruttore in ingresso e uscita fornendo contestualmente energia alla linea.
- Soccorritore linea di emergenza che a differenza dell'UPS ha il tempo di sgancio e riaggancio partendo da 0 [V].
- Indicato per illuminazione di emergenza la quale perde il servizio per meno di un secondo in mancanza di energia.
- Questo a differenza dell'UPS non ha usura perché si attiva solo all'occorrenza.
- Poi oltre alla linea alimenta, anche l'UPS essendo in parallelo, si aggancia solo quando cade la tensione di rete a mezzo di un interruttore automatico contenuto nel soccorritore.

L'illuminazione di emergenza può essere fatta in due modi:

- 1) Per piccoli ambienti dove adotta un corpo illuminante standard e servizi di emergenza con un kit a batteria che necessita di manutenzione e controlli periodici (verifica accensione durata da 1 a 3 ore a seconda dell'attività e ricarica in 8 ore).
- 2) Per grandi ambienti a mezzo del soccorritore di linea di emergenza posto in partenza alla linea.

N.B. Si sceglie il metodo 1)

Condizionamento dell'aria 4 [KW]:

- Indicata potenza monofase in quanto la linea deve garantire un carico sufficiente. Se avessi messo una trifase avrei avuto circa 1,3 [KW] per fase e sarebbe stato del tutto insufficiente.

Illuminazione piano terra reception:

Il cavo è a doppio isolamento N07V-K (FG7) murabile ovunque e utilizzabile dunque in controsoffitto.

Non viene usato il FROR perché si secca nel tempo la gomma flessibile di cui è composto. L'FG7 è valido fino a 400 [V] nominali dov'è il limite di isolamento e 690 [V] (0.7/1KV), superiore di un gradino rispetto alla tensione di utilizzo.

PC:

Ho 5 pc da 500 [W] ciascuno, per un totale di 2,5 [KW]

Per la normativa 64/8 non posso fare più di 3 entra e esci dal cassetto, quindi da un cassetto posso solo andare in un altro e poi devo fermarmi.

Considerando che per ogni PC devo collegare monitor e magari stampante o altro, ho scelto una linea per Pc.

A inizio linea Pc uso una protezione magnetica e poi per ogni sottolinea PC, adotto un differenziale. In questo modo se una linea va fuori uso le altre continuano a operare.

Sala espositiva (prese):

Le prese:

- sono su una linea trifase e suddivise su una linea monofase.

Si prevedono le potenze nominali delle seguenti utenze:

- illuminazione ordinaria reception $P_N=1700$ [W]
- prese di servizio reception $P_N=3$ [KW] e non 1.5 [KW]
- prese sala Expo $P_N=3$ [KW] e non 2.5 [KW]

Illuminazione di emergenza:

Come per Piano Terra reception

Bar:

- prese bar (6 prese) $P_N=6 \cdot 3 \text{ [KW]} = 18 \text{ [KW]}$ con $P_{\text{eff}}=6 \cdot 1.35=8.10 \text{ [KW]}$ e non 6 [KW] monofase
- $6,5 \text{ [KW]}$ per macchina del caffè

Illuminazione di emergenza:

- Come per Piano Terra reception

Seminterrato:

- prese seminterrato $P_N=3 \text{ [KW]}$
- illuminazione ordinaria seminterrato $P_N=3 \text{ [KW]}$ e non 0.5 [KW]

Illuminazione di emergenza:

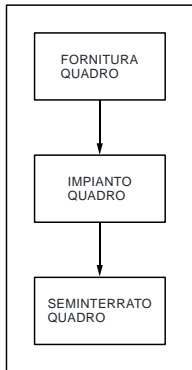
- Come per Piano Terra reception

si consideri dunque che le potenze fornite per le utenze sopraindicate siano piuttosto potenze richieste, si confrontano ora le potenze in tabella con le potenze effettive progettate.

Considerazioni sull'impianto:

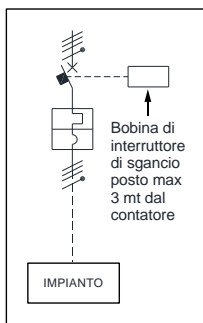
Se il contatore di fornitura è a più di 3 metri dal quadro principale, è necessario proteggere la dorsale facendo un quadro fornitura (CEI 64-8), a mezzo di interruttore magnetico.

Essendo nel fondo del palazzo si rende necessario un quadro fornitura.



Sistema distribuzione TT con interruttore automatico in base alla normativa (CEI 23-3 EN 60898).

Fornitura (nel fondo del palazzo):



Centralino E209 (12-36 DIN) – IP 30 a incasso

N.B.: la bobina può essere a sgancio di tensione o di corrente dove quest'ultimo è il più consigliato. Sgancio di corrente è sempre alimentato (standard).

Sgancio di tensione, dove per sganciare l'impianto devo accendere la linea che altrimenti sarebbe spento (non standard).

La norma dice che:

Su un impianto trifase TT, il primo interruttore deve avere potere di interruzione sull'impianto di almeno 10 [KA].

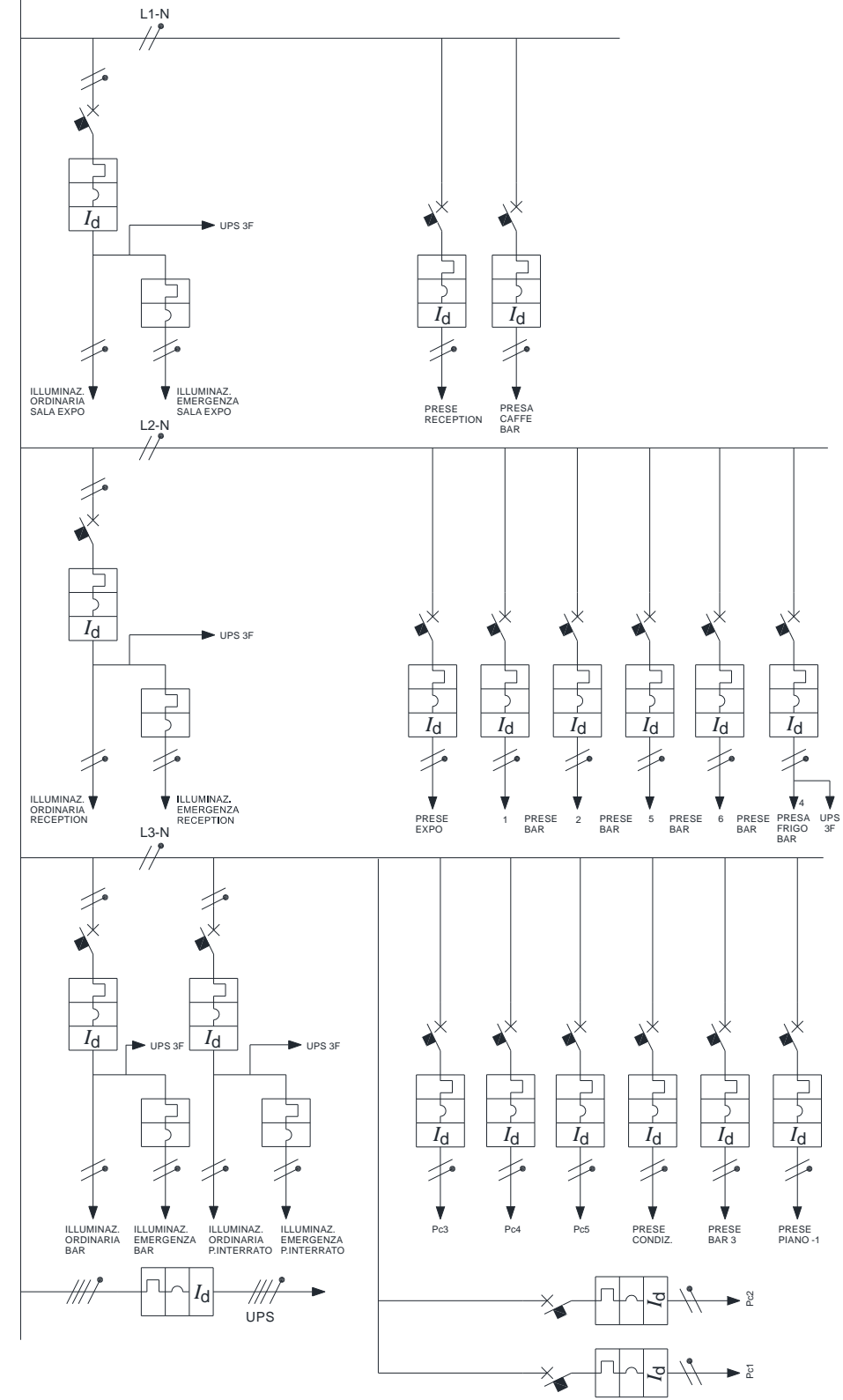
Su impianto monofase TT, il primo interruttore deve avere potere di interruzione sull'impianto di almeno 6 [KA].

Gli interruttori non sono mai da caricare oltre 80% della loro capacità non per sicurezza ma per eventuali ampliamenti futuri.

Sì consideri inoltre che più è vicina la cabina di MT e più il valore di rischio corto circuito è alto. Se l'impianto è almeno a 2 Km basta il valore 10 [KA] per interrompere l'arco elettrico della saldatura dei contatti dell'interruttore.

SEZIONATORE
QUADRO

Schema impianto quadro generale con relative utenze



| Reception | Compito | Progetto |
|---|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Illuminazione ordinaria • Postazione 5 PC • Prese di servizio • Condizionatore | 0.7 [KW] 0.5 [KW] 1.5 [KW] 4 [KW] | 1 [KW] 2.25 [KW] 2.4 [KW] 2.52 [KW] |
| Sala Expo | Compito | Progetto |
| <ul style="list-style-type: none"> • Illuminazione ordinaria • Prese a spina | 1 [KW] 2.5 [KW] | 1 [KW] 2.4 [KW] |
| Bar caffè | Compito | Progetto |
| <ul style="list-style-type: none"> • Illuminazione ordinaria • Prese a spina • Prese libere • Macchina del caffè | 1 [KW] 6 [KW] 0 [KW] 0 [KW] | 1 [KW] 8.1 [KW] 2.4 [KW] 6.5 [KW] |
| Piano -1 | Compito | Progetto |
| <ul style="list-style-type: none"> • Illuminazione ordinaria • prese | 0.5 [KW] 2 [KW] | 0.56 [KW] 1.6 [KW] |
| Totale | 19.7 [KW] | 31.73 [KW] |

Nel progetto si aggiungono due predisposizioni e 3 impianti di illuminazione di emergenza. Si aggiunge inoltre un'alimentazione di carico trifase costituito da UPS per i 5 PC.

Ripartizione carichi:

Per evitare lo sbilanciamento delle 3F vengono così ripartiti i carichi monofase:

$$I_B = \frac{P_{eff}}{V_N \cdot \cos\varphi} \quad V_N = 230V \quad \cos\varphi = 0.9$$

N.B.: per le seguenti tabelle si evidenzia quanto segue:

(*) = Si ipotizzano tutti i carichi rifasati con $\cos\varphi=0.9$ (anche prudenziale per i carichi luce che potrebbero essere a $\cos\varphi$ unitario).

(**) = Si maggiora a 1 [KW] la potenza definita dal compito a 700 [W].

(***) = Si ipotizza una potenza nominale di 3 [KW] per le prese a 10 /16 [A] (a 16 [A] si ha P=3 [KW]) ma una potenza effettiva di 2400 [W] (superiore ai 1500 [W] definiti nel compito).

| L1-N | QT | Kc | Ku | cosφ(*) | PN [KW] | Peff [KW] | Ib [A] |
|--------------------------|-------------|-----|----|---------|-------------|------------|--------------|
| prese servizio reception | Da definire | 0,8 | 1 | 0,9 | (***) 3 | 2,4 | 11,59 |
| illuminazione Reception | 1 | 1 | 1 | 0,9 | 1 | 1 | 4,83 |
| presa Bar Caffè | 1 | 1 | 1 | 0,9 | 6,5 | 6,5 | 31,40 |
| Totali Utenze | | | | | 10,5 | 9,9 | 47,83 |

(*) non considerato nel calcolo finale delle correnti e potenze effettive della linea.

$$I_b = \frac{P_{eff}}{V_N \cdot \cos\varphi}$$

| L1-N | QT | Kc | Ku | cosφ(*) | PN [KW] | Peff [KW] | Ib [A] |
|--------------------------------------|----|----|-----|---------|---------|-----------|--------|
| illuminazione PT emergenza reception | 1 | 1 | 0,4 | 0,9 | 0,3 | 0,12 | 0,58 |

$$P_{eff} = K_U \cdot K_C \cdot P_N$$

| L2-N | QT | Kc | Ku | cosφ(*) | PN [KW] | Peff [KW] | Ib [A] |
|-------------------------|-------------|------|----|---------|-----------|-------------|--------------|
| prese sala Expo | Da definire | 0,8 | 1 | 0,9 | (***) 3 | 2,4 | 11,59 |
| prese Bar Frigo 4 | Da definire | 0,45 | 1 | 0,9 | (***) 3 | 1,35 | 6,52 |
| prese Bar 1 | Da definire | 0,45 | 1 | 0,9 | (***) 3 | 1,35 | 6,52 |
| prese Bar 2 | Da definire | 0,45 | 1 | 0,9 | (***) 3 | 1,35 | 6,52 |
| prese Bar 5 | Da definire | 0,45 | 1 | 0,9 | (***) 3 | 1,35 | 6,52 |
| prese Bar 6 | Da definire | 0,45 | 1 | 0,9 | (***) 3 | 1,35 | 6,52 |
| illuminazione Sala Expo | 1 | 1 | 1 | 0,9 | 1 | 1 | 4,83 |
| Totali Utenze | | | | | 18 | 9,15 | 49,03 |

| L2-N | QT | Kc | Ku | cosφ(*) | PN [KW] | Peff [KW] | Ib [A] |
|--------------------------------------|----|----|-----|---------|---------|-----------|--------|
| illuminazione di emergenza Sala Expo | 1 | 1 | 0,4 | 0,9 | 0,3 | 0,12 | 0,58 |

| L3-N | QT | Kc | Ku | cosφ(*) | PN [KW] | Peff [KW] | Ib [A] |
|-----------------------------|----|------|----|---------|-------------|-------------|--------------|
| illuminazione Bar | 1 | 1 | 1 | 0,9 | (**) 1 | 1 | 4,83 |
| Pc 1 | 1 | 0,9 | 1 | 0,9 | 0,5 | 0,45 | (*) 2,17 |
| Pc 2 | 1 | 0,9 | 1 | 0,9 | 0,5 | 0,45 | 2,17 |
| Pc 3 | 1 | 0,9 | 1 | 0,9 | 0,5 | 0,45 | 2,17 |
| Pc 4 | 1 | 0,9 | 1 | 0,9 | 0,5 | 0,45 | 2,17 |
| Pc 5 | 1 | 0,9 | 1 | 0,9 | 0,5 | 0,45 | 2,17 |
| condizionatore | 1 | 0,63 | 1 | 0,9 | 4 | 2,52 | 12,17 |
| prese Bar 3 | 1 | 0,45 | 1 | 0,9 | (***) 3 | 1,35 | 6,52 |
| illuminazione ordinaria P-1 | 1 | 0,8 | 1 | 0,9 | 0,7 | 0,56 | 2,71 |
| prese P-1 | 1 | 0,6 | 1 | 0,9 | (***) 3 | 1,6 | 7,73 |
| Totali Utenze | | | | | 14,2 | 9,28 | 44,83 |

| L3-N | QT | Kc | Ku | cosφ(*) | PN [KW] | Peff [KW] | Ib [A] |
|--------------------------------|----|-----|-----|---------|------------|-------------|-------------|
| illuminazione di emergenza Bar | 1 | 1 | 0,4 | 0,9 (*) | 0,3 | 0,12 | 0,58 |
| illuminazione emergenza P-1 | 1 | 0,5 | 1 | 0,9 | 0,2 | 0,1 | 0,48 |
| Totali Utenze | | | | | 0,5 | 0,22 | 1,06 |

Carico trifase illuminazione ordinaria – UPS

L1-L2-L3-N $P_N=3$ [KW] $K_u=0.9$ $K_c=1$ $P_{eff}=2.7$ [KW] $V_N=400$ [V]

$$P_{eff} = K_U \cdot K_C \cdot P_N$$

$$P_{eff} = 0.9 \cdot 1 \cdot 3$$

$$I_b [A] = \frac{P_{eff}}{\sqrt{3} \cdot V_N \cdot \cos\varphi} = \frac{2700}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.9} = 4.34 [A]$$

Dimensionamento cavi e protezione L1:

- Per la linea illuminazione ordinaria + emergenza si utilizza la protezione magnetotermica differenziale con $i_d=30\text{mA}$.
- Per illuminazione di emergenza si inserisce interruttore magnetotermico per protezione linea per manutenzione. Potere interruzione $PI=4.5$ [KA]. La sezione del cavo N07V-K è di $S=1.5\text{mm}^2$ perché $I_z \geq I_N \geq I_b$ è verificata con $I_z=15$ [A] (sezione minima ammissibile). Si sceglie $I_N=10$ [A]. Il conduttore N e PE avranno sezione $S=1.5\text{mm}^2$.
- Per le prese servizio reception si utilizza interruttore magnetotermico differenziale $i_d=30\text{mA}$, $PI=4.5$ [KA]. La sezione del cavo sarà di $S=2.5\text{mm}^2$.
- Le Prese bar 1-4 si utilizza un interruttore magnetotermico differenziale per ognuna $i_d=30\text{mA}$, $PI=4.5$ [KA]. La sezione del cavo di ciascuna presa è sempre $S=2.5\text{mm}^2$ con $I_z=20$ [A] > $I_b=6.52$ [A], tenuto conto di un maggiore K_u . N e PE di pari sezione. Corrente è regolata $I_N=16$ [A].

Dimensionamento cavi e protezione L2:

- Per i carichi di linea L2 si procede nello stesso modo per cui:
illuminazione sala esposizione ed emergenza:
 - interruttore e cavi come illuminazione reception L1.
- Le prese per la sala Expo e le prese 1-2-4-5-6 del bar sono dimensionate con cavi e interruttori come le prese reception e bar alimentate da L1.

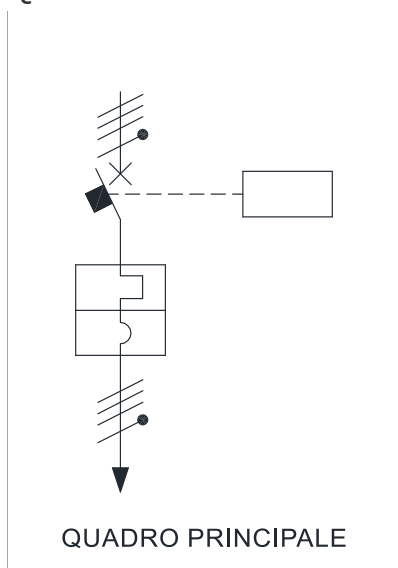
Per i carichi alimentati da L3 si procede analogamente come segue:

- illuminazione ordinaria e di emergenza del bar: interruttori e cavi come illuminazione reception L1.
- Condizionatore: si utilizza un interruttore magnetotermico differenziale con $i_d=30\text{mA}$, $PI=4.5$ [KA]. La sezione del cavo è $S=4\text{mm}^2$ con $I_z=25$ [A] > $I_b=12.17$ [A]. N e PE saranno di sezione pari a $S=4\text{mm}^2$. La corrente regolata dell'interruttore sarà $I_N=20$ [A]. (intermedia tra I_z e I_b).
- Presa bar 3: sono dimensionate con cavi e interruttori come le prese reception e bar alimentate da L1.
- Per illuminazione ordinaria e di emergenza del piano -1 vengono utilizzati cavi e interruttori come illuminazione reception L1.
- Per le prese di servizio al piano -1 si utilizza un interruttore magnetotermico differenziale con $i_d=30\text{mA}$, $PI=4.5$ [KA]. La sezione del cavo sarà $S=2.5\text{mm}^2$ con portata $I_z=20$ [A] > $I_b=8.7$ [A]. la corrente regolata $I_N=15$ [A] intermedia tra le due. La sezione PE e N uguali a $S=2.5\text{mm}^2$.
- Per ciascuno dei computer da 1 a 5 collegati alla linea 3 si utilizza un interruttore magnetotermico differenziale con $I_d=30\text{mA}$, tarato per una corrente impiego $I_b=2.17$ [A]. Potere interruzione $PI=4.5$ [KA]. Sezione del cavo unipolare N07V- K è di $S=2.5\text{mm}^2$ come illuminazione quindi $I_z=21$ [A]. PE e N con stessa sezione.

Carico trifase per UPS:

Per l'UPS che alimenta i Pc in caso di mancanza della tensione di rete si ipotizza una protezione magnetotermica per $I_b=4.36$ [A] e quindi $PI=4.5$ [KA] e $I_N=10$ [A].

Quadro fornitura:



Per il quadro fornitura che include lo sganciatore si prevede un interruttore magnetotermico con corrente di impiego calcolato per una potenza effettiva $P_{\text{eff}} 34.73$ [KW].

$$I_b = \frac{31.73}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.9} = 50.88 \text{ [A]}$$

Si scelgono cavi N07V-K e quindi con sezione $S=2.5\text{mm}^2$ e $I_z=73$ [A]. per tale motivo $I_N=63$ [A] in modo da soddisfare $I_z > I_N > I_b$. Le sezioni PE e N sono scelte $S=16\text{mm}^2$.

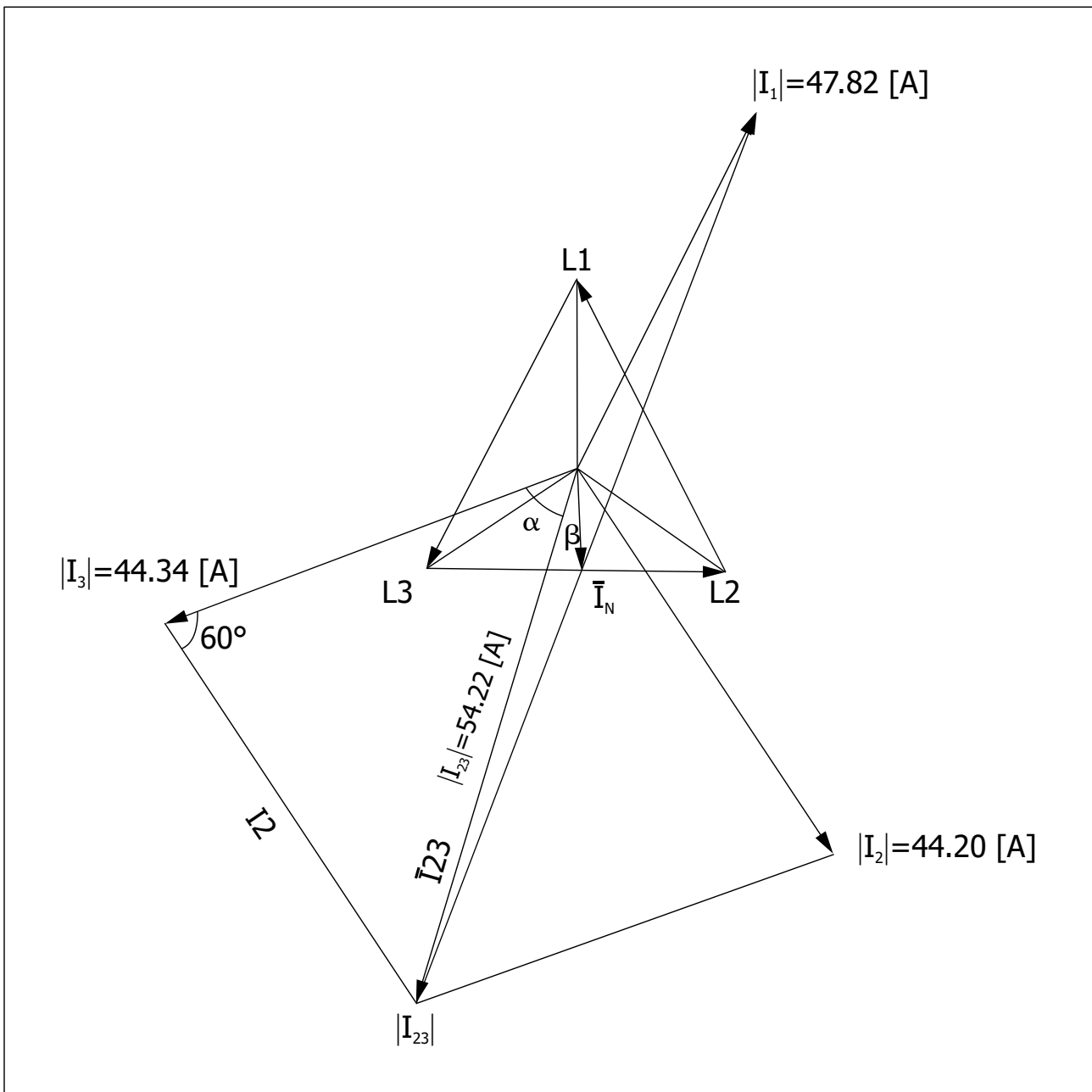
Calcolo dello sbilanciamento:

Trascurando le prese aggiuntive e il Pc aggiuntivo e considerando tutti i carichi a $\cos\varphi=0.9$ si ottengono le seguenti correnti di linea:

$$I_{L1} = \frac{P_{effL1}}{V_f \cdot \cos\varphi} = \frac{9900}{230 \cdot 0.9} = 47.82 \text{ [A]}$$

$$I_{L2} = \frac{P_{effL2}}{V_f \cdot \cos\varphi} = \frac{9150}{230 \cdot 0.9} = 44.20 \text{ [A]}$$

$$I_{L3} = \frac{P_{effL3}}{V_f \cdot \cos\varphi} = \frac{9180}{230 \cdot 0.9} = 44.34 \text{ [A]}$$



Con il teorema di Carnot si ricava:

$$|I_{23}| = \sqrt{|I_2|^2 + |I_3|^2 - 2 \cdot |I_2| \cdot |I_3| \cdot \cos 60^\circ}$$

$$|I_{23}| = \sqrt{(44.20)^2 + (44.34)^2 - 2 \cdot (44.20) \cdot (44.34) \cdot \frac{1}{2}} \cong 54.22 \text{ [A]}$$

con il teorema dei seni si analizza il triangolo costituito da I_3 , I_2 e I_{23} al fine di ricavare gli angoli.

$$\alpha = \cos^{-1} \cdot \left(\frac{I_{23}^2 + I_3^2 - I_2^2}{2 \cdot I_{23} \cdot I_3} \right) \rightarrow \alpha = \cos^{-1} \cdot \left(\frac{54.22^2 + 44.34^2 - 44.20^2}{2 \cdot 54.22 \cdot 44.34} \right) \rightarrow \alpha = \cos^{-1}(0.61) \rightarrow \alpha = 52.12^\circ$$

$$\beta = \cos^{-1} \cdot \left(\frac{I_2^2 + I_3^2 - I_{23}^2}{2 \cdot I_2 \cdot I_3} \right) \rightarrow \beta = \cos^{-1} \cdot \left(\frac{44.20^2 + 44.34^2 - 54.22^2}{2 \cdot 44.20 \cdot 44.34} \right) \rightarrow \beta = \cos^{-1}(0.25) \rightarrow \beta = 75.5^\circ$$

$$\gamma = 180^\circ - (\alpha + \beta) \Rightarrow 180^\circ - 127.62^\circ = 52.38^\circ \rightarrow \gamma = 52.38^\circ$$

Per questo si può considerare:

$$|I_N| = |I_{23}| - |I_1| = 54.22 - 47.82 \cong 6.4 \text{ [A]}$$

Dimensionamento Impianto di terra:

Anzitutto si ipotizza che tutte le masse siano collegate mediante PE al collettore di terra come previsto nel dimensionamento dell'impianto.

Le masse estranee devono essere collegate mediante conduttore equipotenziale (principale o secondario) al collettore di terra.

La sezione del PE nel sistema trifase è stata correttamente dimensionata a 16mm² come la sezione di fase.

Ne deriva che anche il conduttore di terra avrà sezione pari alla sezione di fase $S_T = 16\text{mm}^2$. La verifica della correttezza di tale sezione è possibile effettuarla, una volta misurata la resistenza di terra R_T con la formula:

corrente di guasto

$S_T = \sqrt{\frac{I_G^2 \cdot t}{K_C}}$ Infatti I_G è data da $\frac{V_f}{R_T}$, t =tempo di intervento protezione con $K_C=143$ per cavi unipolari in PVC.

La resistenza di terra R_T viene calcolata in funzione del valore della protezione differenziale che per l'impianto risulta $I_d=30\text{mA}$.

Da ciò deriva:

$$R_T = \frac{V_S}{I_d} = \frac{50}{0.03} = 1.666\Omega$$

Non ambiente speciale

Poiché la resistenza di terra risulta elevata non sarà necessario inserire più dispersori intenzionali, ipotizzando un picchetto intenzionale più che sufficiente. Il calcolo della resistenza del picchetto si basa sulla resistività del terreno. Supponendo valore di resistività non troppo basso $\rho=150\Omega\cdot\text{m}$ considerando terreno con parte in calcestruzzo e parte in sabbia, si ottiene utilizzando un dispersore di diametro $D=18\text{mm}$ (standard) e profondità $L=1.5\text{m}$ il seguente valore:

$$R_D = 0.159 \cdot \left(\frac{\rho}{L}\right) \cdot lu \cdot \left(\frac{4L}{D}\right) = 0.159 \cdot \left(\frac{150}{1.5}\right) \cdot lu \cdot \left(\frac{4 \cdot 1.5}{0.018}\right) \cong 92\Omega \quad \text{che dovrebbe essere sufficiente per l'impianto TT dimensionato.}$$

Se esistono e sono accessibili anche dispersori di fatto (cemento armato, tondini) il collegamento con il picchetto ridurrebbe ulteriormente tale valore.